COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 OCTOBRE 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Appareil destiné à mesurer les hauteurs atteintes par les aérostats. Vérification des indications fournies par le baromètre.* Note de M. L. Cailletet.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil que j'ai imaginé et qui permettra de résoudre, sans doute, une importante question de Physique, à savoir : la vérification expérimentale de la formule de Laplace, relative aux indications du baromètre à diverses altitudes, en déterminant par une mesure photographique la hauteur atteinte par l'aérostat qui porte le baromètre.

» Déjà, on avait essayé de mesurer la hauteur d'un aérostat au moyen de visées pratiquées à chacune des extrémités d'une base de longueur connue. Dans ces conditions le ballon se déplace et disparaît bientôt.

» J'ai pensé à remplacer les observateurs placés à terre par un appareil photographique emporté par le ballon et qui, à des intervalles rapprochés, photographie automatiquement la vue du sol au-dessus duquel il passe, en même temps que l'image d'un baromètre anéroïde, disposé au devant d'un second objectif, vient se fixer sur l'épreuve.

» L'appareil, qui a été étudié et construit avec grands soins par M. Gaumont, l'habile directeur du Comptoir général photographique, se compose d'une boîte prismatique en bois, suspendue au ballon par un système qui assure à son axe une position sensiblement verticale. Sur la partie inférieure, qui regarde le sol, est disposé un objectif convenablement diaphragmé; sur la paroi opposée, est un second objectif, destiné à photographier le baromètre anéroïde placé à une distance convenable pour donner une image nette sur la surface sensible. Un mouvement d'horlogerie fait mouvoir des obturateurs qui, en s'ouvrant de deux en deux minutes, permettent aux rayons lumineux de pénétrer dans l'appareil. Une pellicule de celluloïd sensible reçoit sur ses deux faces les rayons ainsi transmis et se déroule devant les objectifs, en obéissant à un ressort contenu dans un barillet indépendant.

» Les épreuves ainsi obtenues ont $0^{m},13 \times 0^{m},18$; elles donnent, en même temps que la vue du sol, l'image du cercle gradué et de l'aiguille du baromètre.

» Lorsqu'on connaît : 1° le foyer de l'objectif photographique; 2° la distance de deux points situés sur le sol; 3° la distance de ces deux points sur l'épreuve photographique, il est facile de déterminer, par un simple calcul de proportion, la hauteur à laquelle se trouvait le ballon au moment où l'épreuve a été prise, et comme l'épreuve donne également l'image du baromètre et, par conséquent, la pression, on peut déterminer expérimentalement la loi qui rattache la pression barométrique de l'atmosphère en divers points aux altitudes de ces points.

» L'erreur possible, dans la mesure de l'altitude, dépendra de l'exactitude de la mesure du foyer de l'objectif, d'une part, et de celle de l'épreuve. Or, il est facile d'obtenir ces mesures à $\frac{1}{500}$ près, ce qui donnerait, pour les déterminations obtenues avec l'appareil photographique, une approximation de $\frac{1}{500}$.

» L'appareil que je viens de décrire, et qui n'avait été essayé que du haut de la tour Eiffel, a pu être expérimenté ces jours derniers, dans un ballon monté.

» Jeudi, 21 octobre, la Commission d'aérostation de Paris a exécuté sa première ascension scientifique, dans le but de soumettre à l'essai divers appareils enregistreurs destinés aux ascensions libres à grandes hauteurs, en voie de préparation.

» Un ballon en soie de 1700^{mc}, généreusement offert à la Commission par M. Mascart au nom de M. Balashoff, est parti des usines à gaz de la Villette à midi 40^{m}, et a atterri à $4^{h}30^{m}$ à Cossé-le-Vivien, département de la Mayenne ([1]).

» Malgré des rafales violentes, qui ont rendu extrêmement difficiles les manœuvres préliminaires, le départ et la descente des aéronautes, MM. Hermite et Besançon, ont eu lieu sans accident. Les divers appareils scientifiques et en particulier l'appareil photographique que je viens de décrire, n'ont pas subi d'avaries et ont parfaitement fonctionné. La hauteur atteinte par le ballon n'a été que de 2500^{m}, par suite de circonstances tout à fait indépendantes des aéronautes.

» On a obtenu vingt-six épreuves, qui donnent d'une manière très nette la photographie du sol, au-dessous de la route suivie par le ballon. La position de l'aiguille du baromètre est représentée au centre du cliché, avec une grande précision. Dans une description plus détaillée de l'appareil, je ferai connaître le moyen de corriger l'erreur qui peut résulter du retrait de la pellicule pendant le séchage.

» Lorsque l'appareil photographique devra s'élever à de grandes hauteurs, toutes les précautions sont prises pour éviter l'arrêt du mécanisme et du baromètre, qui se produirait aux températures extrêmement basses que nous avons déjà constatées dans ces régions élevées. Enfin, en dehors de l'emploi spécial auquel cet enregistreur photographique est destiné, je crois qu'il rendra encore des services aux aéronautes, en leur permettant, à l'aide d'une série d'épreuves successives, de relever la route exacte suivie par le ballon, et d'évaluer sa vitesse de translation horizontale aux divers points de son trajet. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Hadamard *intitulé : « Sur les lignes géodésiques des surfaces à courbures opposées »* ; par M. **H. Poincaré**.

« Les propriétés des lignes géodésiques méritent toute l'attention des géomètres; ce problème est en effet le plus simple de tous les problèmes de Dynamique; mais on y rencontre déjà les difficultés essentielles de ce

---

([1]) Le prince Roland Bonaparte, membre de la Commission française d'aérostation, a bien voulu se charger des dépenses relatives à cette première ascension.

genre de question; c'est donc en étudiant à fond les lignes géodésiques qu'on peut le mieux se familiariser avec ces difficultés et apprendre à en triompher. C'est là une des raisons qui ont décidé l'Académie à mettre cette étude au concours, il y a peu de temps.

» Le prix a été décerné à M. Hadamard. Le même auteur revient aujourd'hui à ce même problème.

» Il se restreint aux surfaces dont la courbure est partout négative. Cette circonstance l'affranchit de difficultés sans nombre qu'il aurait rencontrées avec une surface quelconque ou avec une surface convexe. Il peut ainsi arriver à des résultats complets qui sont exposés dans le travail soumis au jugement de l'Académie.

» Par deux points de la surface on peut mener une infinité de géodésiques; mais ces géodésiques appartiennent à des *types* différents, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas équivalentes au point de vue de l'*Analysis situs*. Mais deux points peuvent toujours être joints par une géodésique appartenant à un *type* donné et ne peuvent l'être que par une seule.

» Les géodésiques se partagent en trois catégories :

» 1° Les géodésiques fermées, et les géodésiques asymptotiques à une géodésique fermée;

» 2° Les géodésiques qui s'éloignent indéfiniment;

» 3° Les géodésiques qui restent à distance finie, se rapprochent d'abord beaucoup d'une géodésique fermée, s'en éloignent ensuite pour se rapprocher beaucoup plus encore d'une autre géodésique fermée et ainsi de suite.

» La distribution des géodésiques qui passent par un point donné présente des particularités fort curieuses.

» Les géodésiques de la première et de la troisième catégorie forment un ensemble qui est *parfait*, mais qui n'est *condensé nulle part*. La *frontière* de l'ensemble formé par les géodésiques de la deuxième catégorie, se compose d'ailleurs d'une infinité de géodésiques de la première catégorie.

» Il résulte de là par exemple que, si par un point donné on fait passer un faisceau de géodésiques, quelque délié que soit ce faisceau et quelle que soit sa position, il contiendra toujours des géodésiques allant à l'infini.

» Le problème peut donc être regardé comme entièrement résolu. L'importance du résultat peut être mis en évidence par les considérations suivantes :

» Quand on abordera le problème de la stabilité du système solaire d'une façon rigoureusement mathématique, on se trouvera en présence de

questions tout à fait analogues; les trajectoires seront assimilables aux géodésiques, puisque ce sont, comme elles, des courbes susceptibles d'être définies par les équations du calcul des variations. On aura à envisager des familles de trajectoires, définies de diverses manières et à étudier ces familles au point de vue de la théorie des ensembles.

» L'analogie des deux questions est donc complète; sans doute celle qui a été résolue par M. Hadamard est beaucoup plus facile, mais le résultat obtenu prépare la solution du problème plus compliqué que la Mécanique céleste nous pose.

» Nous estimons, en conséquence, qu'il y a lieu de remercier l'auteur de sa Communication et de le féliciter de l'heureux succès de ses efforts, et nous vous proposerions sans hésiter d'insérer son travail dans les *Mémoires des Savants étrangers* s'il ne le destinait à un autre recueil. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Aug. Morisse** adresse un nouveau Mémoire relatif à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° L'Album de Statistique graphique de 1895-1896, dressé par le Ministère des Travaux publics, sous la direction de M. *Cheysson*. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

2° Le « Cours de Physique, à l'usage des candidats aux Écoles spéciales »; par MM. *James Chappuis* et *E. Berget*. (Présenté par M. Lippmann.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1897 *oct.* 16) *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan**. (Communiqué par M. Lœwy.)

Dates. 1897.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Octobre 18....	*a* 219 BD + 69°	8,5	−0.59,68	+3.49,0	8:8
18....	*b* Anonyme	9	+0.44,05	+8.23,2	8:8
18....	*c* »	9,5	−1.18,99	+6.19,3	8:8
19....	*d* »	10,5	−1.26,76	−4.35,9	8:8
21....	*e* »	»	−0.28,98	−1.32,7	4:4
21....	*e* »	»	−0.40,58	−0. 7,0	4:4
22....	*f* 113 BD + 75°	8,5	−0.30,58	+4.35,8	4:4
22....	*g* 114 BD + 75°	9	−0.49,72	+4.49,0	4:4
23....	*h* Anonyme	9	−0.45,88	+7.48,5	8:8
24....	*i* 80 BD + 77°	9,0	+1. 1,80	+4.11,0	8:8
24....	*k* 79 BD + 77°	7	+1. 2,15	+0.38,9	8:8

Positions des étoiles.

Dates. 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 18.	*a*	3.27.14,08	+8,91	+69.10.31,7	+12,6	Rapportée à A.
18.	*b*	3.24.44,12	+8,92	+69.15. 3,7	+13,0	» B.
18.	*c*	3.26.46,51	+8,94	+69.17. 1,7	+12,7	» B.
19.	*d*	3.20. 3,56	+9,37	+70.49.59,0	+13,6	» C.
21.	*e*	2.59.27,16	+10,35	+73.45. 3,1	+16,3	» D.
22.	*f*	2.44.58,72	+10,75	+75.13.52,6	+18,5	Arg. OE_1 (3196).
22.	*g*	2.45.16,47	+10,75	+75.13.58,7	+18,5	Arg. OE_1 (3199).
23.	*h*	2.31.18,93	+11,25	+76.22.42,7	+20,2	Rapportée à E.
24.	*i*	2.10.34,55	+11,60	+77.42.48,8	+22,9	Arg. OE_1 (2523).
24.	*k*	2.10.27,46	+11,64	+77.46.53,1	+22,9	» (2520-21).
	A	3.28.22,66	»	+69. 9.51,4	»	Bonn, t. VI.
	B	3.29.54,47	»	+69.22.30,1	»	A. G. Christiania.
	C	3.12.35,04	»	+70.54.30,1	»	A. G. Dorpat.
	D	3. 1.33,18	»	+73.48.21,4	»	Arg. OE_1 (3426).
	E	2.23.24,52	»	+76.15.51,6	»	» (2778).

» Avec l'équatorial on a obtenu :

Dates.		ΔR.	ΔD.	Nombre de comparaisons.
		m s	' "	
1897. Oct. 18.....	a — A	—1. 8,58	+0.39,3	6.7
18.....	b — B	—5.10,35	—7.26,4	8.8
18.....	c — B	—3. 7,96	—5.28,4	8.8
19.....	d — C	+7.28,52	—4.31,1	5.4
21.....	e — D	—2. 6,02	—3.18,3	4.4
23.....	h — E	+7.54,41	+6.51,1	6.7

Positions apparentes de la comète.

Dates.	T. moy. de Paris.	R app.	log. f. p.	Décl. app.	log. f. p.	Étoile.
	h m s	h m s		° ' "		
1897. Oct. 18..	7.49.41	3.26.23,31	0,040*n*	+69.14.33,3	0,307	*a*
18..	10.27.11	3.25.37,09	$\bar{1}$,908*n*	+69.23.39,9	0,145*n*	*b*
18..	10.26.20	3.25.36,46	$\bar{1}$,909*n*	+69.23.33,7	0,141*n*	*c*
19..	7.55. 0	3.18.45,17	0,069*n*	+70.45.36,7	0,162	*d*
21..	7.45.44	2.59. 8,53	0,133*n*	+73.43.46,7	$\bar{1}$,831	*e*
21..	8. 8.53	2.58.56,93	0,121*n*	+73.45.12,4	$\bar{1}$,093	*e*
22..	10.30.47	2.44.38,89	$\bar{1}$,909*n*	+75.18.46,9	0,494*n*	*f*
22..	10.35.57	2.44.37,50	$\bar{1}$,892*n*	+75.19. 6,2	0,503*n*	*g*
23..	7.48. 1	2.30.44,30	0,190*n*	+76.30.51,4	$\bar{1}$,749*n*	*h*
24..	7.53.30	2.11.47,95	0,207*n*	+77.47.22,7	0,131*n*	*i*
24..	8. 0.40	2.11.41,25	0,199*n*	+77.47.54,9	0,179*n*	*k*

Remarques.

Dates 1897.	Temps sidéral de Paris.	
	h m	
Oct. 18...	21.45	La comète ressemble à une nébuleuse de la classe I-II. Elle a une tête ronde, d'environ 12″ de diamètre, et dans laquelle on entrevoit, par instants, un petit point stellaire. La queue, rectiligne et peu étalée, a 1′ de long et est relativement assez brillante au voisinage du noyau, de sorte que celui-ci ne ressort pas nettement.
19...	21.55	La tête a 12″ environ de diamètre et l'on y entrevoit un petit noyau. La queue est longue de 1′,5.
21...	21.55	La tête est arrondie et s'aperçoit sur une étendue de 30″ en diamètre; elle présente une condensation stellaire qui s'entrevoit assez bien. La queue, droite et assez large, est plus brillante suivant son axe longitudinal et s'entrevoit jusqu'à 2′ environ du noyau.
23...	22.4	La comète est une nébulosité assez diffuse dans laquelle la tête ne ressort pas aussi bien que les jours précédents; la queue est

Dates 1897.	Temps sidéral de Paris.	
		diffuse, plus étalée et paraît, par rapport au noyau, plus lumineuse que précédemment.
Oct. 24...	22h.12m	La tête se distingue beaucoup moins nettement que lors des premières mesures; la queue, plus lumineuse, a 1′,8 de long et son axe longitudinal, plus brillant, forme une sorte d'arête. Dans la tête il y a au moins deux points stellaires, dont l'un s'aperçoit assez bien.
25...	22.37	La tête, d'aspect granuleux, présente un point stellaire près duquel on en soupçonne un ou deux autres; elle se distingue assez difficilement de la queue; l'éclat de celle-ci, assez grand au voisinage du noyau, décroît graduellement jusqu'à son extrémité; l'arête médiane s'aperçoit moins bien que le 24.

» Comme on voit par les remarques précédentes, la tête s'efface graduellement; quant à l'éclat général, il a paru à peu près invariable, et la comète s'entrevoit assez facilement dans une lunette de quatre pouces (chercheur). Les mesures, faites par angle de position et distance (*p* et *d*), avec de gros fils sur champ noir, se rapportent toutes à la tête; mais, comme celle-ci ressort de moins en moins, le point visé doit s'éloigner graduellement de cette tête (extrémité boréale de la comète) et cela doit donner naissance, dans les mesures, à des erreurs systématiques. D'ailleurs les deux coordonnées (*p* et *d*) ne se mesurent pas avec la même précision; par exemple, lorsque la direction de la queue passait à peu près par l'étoile de comparaison, *p* se mesurait assez bien, tandis que *d* était plus incertain.

» Quant à la direction de la queue, elle a changé considérablement, comme le montre le Tableau suivant, dans lequel nous reproduisons la valeur estimée de la longueur de la queue : il est à peine utile de rappeler combien ces estimations doivent être influencées par la pureté plus ou moins grande de l'atmosphère et par la hauteur de la comète.

Dates.	Temps sidéral de Paris.	Queue. Direction.	Queue. Longueur estimée.	État du ciel.
1897. Oct. 18....	21h.49m	215°,3	1′	Beau.
19....	21.55	207,2	1,5	Assez brumeux.
21....	21.51	199,2	2	Id.
23....	22. 7	190,2	»	Beau.
24....	22.10	179,3	1,8	Id.
25....	22.35	179,5	3	Id.
25....	2.31	174,2	3,5	Id.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine* (1897 *oct.* 16) *faites à l'observatoire de Toulouse* (*équatorial Brunner de* $0^m,25$); par M. F. Rossard, présentée par M. Lœwy.

Dates 1897.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Comète — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
			m s	′ ″	
Oct. 19.........	197 BD *a*	7,6	+1.19,64	— 8.39,8	18:20
20.........	166 BD *b*	8,0	+1.44,45	— 5.40,0	18:20
20.........	164 BD *c*	8,7	+2.11,53	—11.51,8	18:20
21....	168 BD *d*	5,2	—2.18,34	—11.36,8	18:20
22.........	110 BD *e*	8,5	—3.45,17	— 8.33,6	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 19..	*a*	3.14.54,72	9,52	71.19. 0,7	+14,2	¼ Groombridge 643 + Œltzen nord 3662 + Radcliffe 927 + Bruxelles 1259.
20..	*b*	3. 7.28,04	9,88	72.24.48,1	+15,3	Œtzen nord 3539.
20..	*c*	3. 7. 0,46	9,92	72.30.56,9	+15,3	Bonn, t. VI, 164.
21..	*d*	3. 0.45,94	10,49	74. 0. 8,8	+16,3	Greenwich 462.
22..	*e*	2.44.16,46	11.16	75.48.19,5	+18,4	Œltzen nord 3185.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1897.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 19.......	14.28.10	3.16.23,88	$\bar{1}$,582	+71.10.35,1	0,592
20.......	8.49.29	3. 9.22,37	$0,108_n$	+72.19.23,5	$\bar{1}$,841
20.......	8.49.29	3. 9.21,91	$0,108_n$	+72.19.20,4	$\bar{1}$,841
21.......	8.41.43	2.58.38,09	$0,140_n$	+73.48.48,3	0,524
22.......	16.45.57	2.40.42,45	0,191	+75.40. 4,3	0,110

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation des quadriques.* Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Soient A un réseau d'une quadrique, R, S les foyers d'une congruence harmonique à A. Par la droite RS menons le second plan tangent à la quadrique, soit B son point de contact. La droite AB, étant polaire réciproque de RS, décrit une congruence dont les développables correspondent à celles de RS et, par suite, aux courbes du réseau A. La congruence AB est conjuguée au réseau A ; d'après un théorème de Ribaucour, elle découpe en B un réseau conjugué : les tangentes à ce réseau seront BR et BS ; autrement dit le réseau B est harmonique à la congruence RS.

» Supposons, maintenant, que A soit un réseau cyclique ; on pourra choisir pour congruence harmonique RS une congruence de normales ; B sera alors aussi un réseau cyclique ; comme il y a ∞^1 séries de congruences O parallèles harmoniques à A et, par suite, un système ∞^2 de ces congruences, on peut énoncer le résultat suivant :

» *Si l'on connaît une surface applicable sur une quadrique, on pourra en déduire de nouvelles surfaces applicables dépendant de deux constantes arbitraires.*

» C'est l'extension aux quadriques de la transformation Bianchi-Ribaucour pour les surfaces à courbure totale constante.

» Prenons maintenant une quadrique de révolution :

$$x^2 + y^2 + mz^2 = 1.$$

» Soit $A(xyz)$ un réseau de cette quadrique ; posons

$$x_1 = x, \qquad x_2 = y, \qquad x_3 = z, \qquad x_4 = \sqrt{m-1}\, z,$$

de sorte que

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 1.$$

» Le point $\mathcal{A}(x_1 x_2 x_3 x_4)$ de l'espace à quatre dimensions décrira un réseau O. Donc :

» *Tout réseau d'une quadrique de révolution est* 2O.

» Si l'on connaît une déformée de cette quadrique, on aura un réseau 2O et C et, par suite, des surfaces isothermiques (voir ma première Note).

On a ainsi un *premier système* de surfaces isothermiques qui se rattache à la déformation des quadriques de révolution.

» Il existe en outre, pour toutes les quadriques possibles, un *deuxième système* de surfaces isothermiques, se rattachant à la déformation des quadriques; ce système coïncide dans le cas du paraboloïde avec celui que M. Thybaut a découvert [*Sur la déformation du paraboloïde* (*Annales de l'École Normale*)].

» Prenons, en effet, la quadrique dont l'équation est

$$x^2 + py^2 + qz^2 = 1.$$

» Soit $A(xyz)$ un réseau de cette quadrique; posons

$$x_1 = x, \qquad x_2 = y, \qquad x_3 = z, \qquad x_4 = \sqrt{p-1}\,y, \qquad x_5 = \sqrt{q-1}\,z,$$

de telle sorte que

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 = 1.$$

» Le point $A(x_1 x_2 x_3 x_4 x_5)$ de l'espace à cinq dimensions décrit un réseau O. Donc :

» *Tout réseau d'une quadrique est* 3O.

» Supposons maintenant que A soit un réseau cyclique; il sera applicable sur un réseau $B(y_1 y_2 y_3)$. Posons

$$y_4 = x_4, \qquad y_5 = x_5.$$

» Le point $B(y_1 y_2 y_3 y_4 y_5)$ de l'espace à cinq dimensions décrira aussi un réseau O; donc B est 3O. Parmi les congruences harmoniques à B, il y a deux séries cycliques correspondant à la solution

$$\theta = y_4 \pm i y_5 = \sqrt{p-1}\,y \pm i\sqrt{q-1}\,z.$$

» Les plans $\theta =$ const. sont des plans de section circulaire de la quadrique; ces congruences harmoniques à B, correspondant aux sections de A par un plan fixe, seront des congruences 2O. Elles sont donc 2O et C, et, par suite, on peut énoncer le résultat suivant :

» *Soit* Q *une quadrique,* Π *un plan de section circulaire,* E *une surface applicable sur la quadrique; le plan tangent en un point quelconque* A *de* Q *rencontre le plan* Π *suivant une droite* G; *si l'on applique* Q *sur* E *en entraînant le plan tangent en* A, *la droite* G *vient en* G'; *ces droites* G' *décrivent une congruence* C *et* 2O *et par suite les deux séries de réseau* O *conjugués à* G' *sont des réseaux* I.

» On en déduit facilement le résultat suivant :

» *Soit* L *une génératrice isotrope d'une quadrique* Q, M *le point où* L *rencontre le plan tangent en* A; *si l'on déforme la quadrique en entraînant le plan tangent en* A, M *vient en* M'; *les lignes de courbure de la surface décrite par* M' *forment un réseau* I. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes complètement orthogonaux dans l'espace à n dimensions et sur la réduction des systèmes différentiels les plus généraux.* Note de M. **Jules Drach**, présentée par M. Darboux.

« Je présente ici, sur le conseil de M. Darboux, les résultats essentiels d'un travail relatif aux systèmes $\frac{n(n-1)}{2}$ fois orthogonaux dans l'espace à n dimensions et à la réduction des systèmes différentiels généraux.

» I. Le point de départ de ces recherches a été la remarque *immédiate* suivante : Soit un système complètement intégrable quelconque d'équations aux dérivées partielles S; les solutions $z_1 + \varepsilon\zeta_1, \ldots, z_p + \varepsilon\zeta_p$ *voisines d'une solution particulière quelconque* $z_1, \ldots, z_p$, sont définies par un nouveau système complètement intégrable, *linéaire,* Σ, que M. Darboux appelle le *système auxiliaire*. Si la solution $z_1, \ldots, z_p$ est de *situation générale*, la solution la plus générale de Σ a, au point de vue de Cauchy, le même degré de généralité que la solution générale de S.

» Considérons dans l'espace à n dimensions les systèmes voisins du système orthogonal formé par n familles de plans; on peut les déterminer immédiatement et l'on reconnaît qu'*ils dépendent de* $\frac{n(n-1)}{2}$ *fonctions arbitraires de deux variables et de n fonctions arbitraires d'une variable*, ces dernières n'étant pas essentielles dans la solution géométrique. *Si le système formé par n familles de plans est un système orthogonal de situation générale,* les systèmes complètement orthogonaux dans l'espace à n dimensions dépendront de $\frac{n(n-1)}{2}$ fonctions arbitraires de deux variables.

» Malheureusement, pour établir rigoureusement la proposition énoncée, il faut faire des raisonnements qui équivalent à une détermination directe du degré de généralité de la solution générale du système

$$(1) \qquad \mathrm{S}\frac{\partial y_\lambda}{\partial x_i}\frac{\partial y_\lambda}{\partial x_k} = 0 \qquad (i \neq k).$$

» II. Nous avons été amené ainsi à reprendre les travaux qui permet-

tent de traiter cette dernière question, plus particulièrement un Mémoire de M. Delassus ([1]). Tout en conservant dans ses grandes lignes la marche suivie par ce géomètre, nous avons pu, en un certain nombre de points, abréger son exposition, sans nuire en rien, nous l'espérons, à la clarté.

» Signalons le procédé suivant qui ramène immédiatement les systèmes à plusieurs fonctions inconnues aux systèmes à une seule inconnue : on pose $Z = u_1 z_1 + \ldots + u_p z_p$, les z désignant les diverses fonctions inconnues et les u de *nouvelles variables ;* on remplace dans les équations du système z_i par $\frac{\partial Z}{\partial u_i}$ et l'on ajoute les équations $\frac{\partial^2 Z}{\partial u_i \partial u_k} = 0$.

» Si l'on observe que tout système peut être ramené au premier ordre en augmentant le nombre des fonctions inconnues, on peut en conclure que *tout système se ramène à un système du second ordre à une seule fonction inconnue en augmentant le nombre des variables.*

» Ce théorème est capital pour l'étude des transcendantes qui vérifient des équations aux dérivées partielles. Il partage ces transcendantes en deux classes suivant qu'elles sont ou non liées à leurs dérivées premières par une équation au moins ([2]). Nous avons donné dans un autre travail une classification de toutes les transcendantes de la première classe qui s'étend aussi aux transcendantes de la seconde classe que l'on peut ramener à la première en augmentant le nombre des variables. Il ne restera donc à étudier que les transcendantes *essentielles* du second ordre, sur lesquelles rien n'a été fait jusqu'à présent. Nous y reviendrons prochainement.

» III. L'application des méthodes générales au système (1) se fait sans difficulté. Le système (1) permet de calculer toutes les dérivées $\frac{\partial y_i}{\partial x_k}$ où i est inférieur à k, en fonction des autres ; en dérivant ces équations, on a une fois seulement toutes les dérivées du second ordre, sauf les dérivées $\frac{\partial^2 y_i}{\partial x_i^2}$, $\frac{\partial^2 y_i}{\partial x_i \partial x_h}$, $\frac{\partial^2 y_i}{\partial x_h^2}$ où i est égal ou supérieur à h. On peut prendre arbitrairement les fonctions de deux variables auxquelles se réduisent les dérivées $\frac{\partial y_i}{\partial x_k}$ où i est supérieur à k, quand x_i et x_k varient seuls et les fonctions d'une seule variable auxquelles se réduisent les $\frac{\partial y_i}{\partial x_i}$ quand x_i varie seul. La solution ainsi définie est générale.

([1]) *Annales de l'École Normale supérieure*, 1896.

([2]) *Rationnelle* par rapport à tous les éléments qui y figurent.

» IV. Il résulte de là qu'une surface arbitraire, qui dépend d'une fonction arbitraire de $(n-1)$ variables, ne peut faire partie d'un système complètement orthogonal que pour $n=3$.

» Nous avons cherché à étendre au cas de n variables la méthode de M. Maurice Lévy, qui permet de former les équations que doit vérifier la coordonnée y_1, regardée comme fonction des coordonnées $y_2, \ldots, y_n$ et du paramètre x_1, pour que la famille de surfaces

$$x_1 = \text{const.} = \varphi(y_1, y_2, \ldots, y_n)$$

fasse partie d'un système complètement orthogonal. On trouve ainsi $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ équations du troisième ordre, qui sont *en général* nécessaires et suffisantes et qui sont les analogues de l'équation obtenue dans le cas de trois variables.

» V. M. Darboux, à qui nous avons communiqué nos résultats, a bien voulu nous adresser les bonnes feuilles d'un Ouvrage ([1]), où il étudie plus en détail ces dernières questions. Il y démontre en particulier que le paramètre x_1 considéré comme fonction des variables $y_1, y_2, \ldots, y_n$ satisfait à deux groupes d'équations du troisième ordre : les unes en nombre $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ étant les analogues de celle que l'on connaît pour le troisième ordre, les autres en nombre

$$\frac{(n-1)(n-2)(n-3)}{6}$$

exprimant des propriétés de chacune des surfaces de la famille. Ce résultat n'est contradictoire qu'en apparence avec celui signalé plus haut. On peut établir en effet que, *sauf des cas singuliers*, les équations du premier groupe sont suffisantes, c'est-à-dire permettent de remonter aux équations (1). Les équations du second groupe sont simplement les conditions d'intégrabilité des équations du premier groupe.

» Les cas singuliers sont ceux où les racines de l'équation en λ qui détermine en chaque point de la surface les $(n-1)$ directions principales ne sont pas distinctes. Un autre cas à exclure est celui où tous les éléments μ de M. Darboux ([2]) sont nuls; ce dernier cas se présente en parti-

---

([1]) *Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes*. Gauthier-Villars, 1898.

([2]) Chapitre VI, p. 125.

culier lorsqu'on cherche toutes les familles de surfaces *parallèles* qui peuvent faire partie d'un système complètement orthogonal. Nous reviendrons ultérieurement, si l'Académie nous le permet, sur l'examen de ces cas singuliers. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de Weingarten;* par **M. A. Pellet.**

« Soient $A^2 dt^2 + B^2 du^2$ le carré de l'élément linéaire d'une surface de Weingarten, $\mathcal{A}^2 dt^2 + \mathcal{B}^2 du^2$ le carré de l'élément linéaire de sa représentation sphérique, R et R_1 les rayons de courbure principaux; A, B, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, R, R_1 sont fonctions d'un même paramètre ν, et l'on a

$$\frac{A'}{B} = \frac{\mathcal{A}'}{\mathcal{B}} = \lambda, \qquad \frac{B'}{A} = \frac{\mathcal{B}'}{\mathcal{A}} = \mu, \qquad R = \frac{A}{\mathcal{A}}, \qquad R_1 = \frac{B}{\mathcal{B}};$$

$$(1) \qquad \mathcal{A}\mathcal{B} = -\frac{\partial}{\partial u}\lambda \nu'_u - \frac{\partial}{\partial t}\mu \nu'_t.$$

» Supposons que la surface ne soit pas à courbure totale constante. Les courbes le long desquelles la courbure totale de la surface ne varie pas ne sont autres que les courbes correspondant à une même valeur de ν. Pour que la surface soit applicable sur une surface de révolution, il faut d'abord que ces courbes soient parallèles; mais cette condition nécessaire est aussi suffisante. En effet, elle se traduit par l'équation

$$(2) \qquad A^2 \nu'^2_u + B^2 \nu'^2_t = \text{fonction de } \nu.$$

» Or, les dérivées premières de l'équation (1) et les dérivées premières et secondes de l'équation (2) donnent sept équations nouvelles, entre les neuf dérivées premières, secondes et troisièmes de la fonction ν; ces dérivées sont donc des fonctions de ν, ce qui exige que ν soit de la forme

$$\nu = \varphi(mt + nu),$$

m et n étant des constantes. Si l'on rapporte la surface aux trois axes rectangulaires formés par la normale et les tangentes aux lignes de courbure en un point [voir mon Mémoire *Sur la théorie des surfaces et des courbes* (*Annales de l'École Normale*, 1897)], les coefficients de son équation ne dépendent de t et de u que par la fonction ν; il en est de même des équations de la courbe (ν) qui passe par ce point. Les courbes (ν) sont donc des hélices et la surface un hélicoïde. Les lignes de courbure sont coupées

par chaque courbe (v) sous un même angle, variable avec v. Les surfaces W jouissant de cette propriété sont des hélicoïdes; en effet, la tangente de cet angle est égale à $-\frac{A v'_u}{B v'_t}$; si cet angle est une fonction de v, l'équation (1) subsistant, il faut que v soit de la forme $\varphi(mt + nu)$. [Voir le Mémoire de M. L. Raffy (*Bulletin de la Société mathématique*, 1897, n°s 6 et 7).] »

RADIOGRAPHIE. — *Sur un nouveau procédé pour obtenir l'instantanéité en radiographie*. Note de M. **Gaston Séguy**, présentée par M. Lippmann.

« Voici comment j'ai procédé, sur les indications du Dr Max Lévy, de Berlin.

» J'ai pris une plaque de verre très mince que j'ai enduite, des deux côtés, d'une couche de gélatino-bromure d'argent, puis j'ai laissé sécher cette émulsion.

» D'autre part, j'ai préparé sur toile deux écrans souples au calcium violet, de M. Becquerel, en suspens dans du celluloïd.

» Aussitôt ces écrans séchés, je les ai appliqués sur chacun des côtés de ma plaque à double émulsion, puis j'ai placé le tout dans un châssis exerçant une pression sur les surfaces à l'aide de deux feuilles de carton.

» Ensuite, j'ai procédé comme à l'ordinaire, en disposant un thorax avec mon transformateur de 0^m,15. J'ai posé une demi-minute; puis j'ai développé, et obtenu un thorax de la plus complète netteté.

» Avec ce dispositif, on peut obtenir des radiographies instantanées, ce qui est utile dans le cas d'un sujet qui ne serait pas immobile. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle ampoule bianodique à phosphorescence rouge*. Note de MM. **Gaston Séguy** et **Émile Gundelag**, présentée par M. Lippmann.

« Nous avons préparé le verre de ces ampoules en incorporant à du verre incolore, transparent, et non fluorescent, de l'albumine en poudre et du carbonate de chaux, ou, mieux encore, du chlorure de didyme. Le verre ainsi préparé a les propriétés suivantes :

» 1° La fluorescence est rouge, et non plus verte.

» 2° Il émet deux fois plus de rayons X que les verres ordinaires.

» 3° La fluorescence qu'il excite sur l'écran est plus brillante, et d'un vert jaune mêlé de rouge.

» Nous avons constaté, sur trois sujets daltoniens, que cette fluorescence est visible même aux personnes qui ne perçoivent pas le vert. »

CHIMIE. — *Recherches sur les solutions salines : chlorure de lithium.* Note de M. Georges Lemoine.

« J'ai cherché à apporter au problème de la constitution des solutions salines de nouvelles données en étudiant certaines solutions qui peuvent présenter un intérêt particulier.

» Le chlorure de lithium a l'avantage d'être extrêmement soluble : il est très stable : son poids moléculaire est très petit ($Li = 7$). On sait qu'il se dissout non seulement dans l'eau, mais encore dans les alcools méthylique, éthylique, etc. J'ai déterminé pour ces différentes solutions la *chaleur de dilution*, la densité et, lorsqu'on ne les connaissait pas, la solubilité et la chaleur de dissolution. Les mesures calorimétriques ont été faites par les méthodes de M. Berthelot. Les teneurs de sel indiquées résultent de dosages de chlore faits par pesées à l'état de chlorure d'argent. Le chlorure de lithium employé avait été purifié par l'alcool.

» *Chlorure de lithium et eau.* — On connaît un hydrate $LiCl, 2H^2O$ (M. Troost). Le sel anhydre, en se dissolvant dans un excès d'eau, dégage $8^{Cal},4$ pour LiCl (M. Thomsen). La solubilité a été déterminée par M. Kremers. On peut préparer des solutions contenant jusqu'à environ 13 LiCl par litre.

» J'ai déterminé les poids spécifiques à 0° :

Poids de sel pour 100gr de solution	4,26	12,18	22,2	32,5	41,4	43,2
Poids spécifique à 0°	1,026	1,073	1,133	1,203	1,267	1,282

» Il est difficile de représenter ces données expérimentales par une courbe sans inflexion telle qu'une parabole : elles se rapprochent davantage d'un groupe de deux droites. Il semble donc y avoir une modification dans la constitution de la dissolution depuis 13 LiCl jusque vers 6 LiCl par litre, soit depuis ($LiCl, 3H^2O$) jusque vers ($LiCl, 8H^2O$).

» Les chaleurs de dilution ont été mesurées vers 10° :

Molécules LiCl par litre	12	9	6	3	1	0,5
Molécules H^2O pour LiCl	3,34	4,9	8,3	17,0	53,1	116
Quantités de chaleur de dilution à partir de ($12LiCl = 1^{lit}$)	0	1,3	2,2	2,8	3,1	$3^{Cal},2$
D'où chaleurs de dissolution en admettant $8^{Cal},4$ pour un excès d'eau	5,2	6,5	7,4	8,0	8,3	$8^{Cal},4$

» Il semble que les chaleurs de dilution croissent régulièrement avec la quantité d'eau. Au delà de ($LiCl + 116H^2O$) il n'y a plus de chaleur dégagée.

» Vers 20°, les résultats sont presque les mêmes.

» *Chlorure de lithium et alcool méthylique* (provenant de l'oxalate de méthyle et distillé sur la baryte). — On a décrit $2LiCl, 3CH^4O$ (M. Simon). D'après mes déterminations, le sel anhydre, en se dissolvant dans un excès d'alcool, dégage $10^{Cal},9$ pour LiCl. J'ai mesuré la solubilité et le poids spécifique :

Température	1°,0	23°,0	50°
Rapport du poids du sel au poids de solution saturée	0,26?	0,27	0,30
Poids de sel pour 100^{gr} de dissolution	5,2	14,5	22,1
Poids spécifique à 21°,5	0,836	0,910	0,974
Poids spécifique à 0°	0,854	0,926	0,988

» Les chaleurs de dilution ont été mesurées vers 18° : au delà de ($LiCl + 48CH^4O$), il n'y a plus sensiblement de chaleur dégagée.

Molécules LiCl par litre	5	3	1	0,5
Molécules de CH^4O pour LiCl	4,7	7,9	24	48
Quantités de chaleur de dilution à partir de ($5LiCl = 1^{lit}$)	0	1,5	2,6	$3^{Cal},0$
D'où chaleurs de dissolution avec $10^{Cal},9$ pour un excès d'alcool	7,9	9,4	10,5	$10^{Cal},9$

» *Chlorure de lithium et alcool éthylique* (rendu anhydre par distillation sur la baryte). — On a décrit $LiCl, 2C^2H^6O$ (M. Simon) : mes analyses donnent la même formule. Le sel anhydre, en se dissolvant dans un excès

d'alcool, dégage $11^{Cal},7$ pour LiCl (M. Pick). J'ai trouvé pour la solubilité :

Température	1°,6	5°,7	13°,0	25°,0	40°,6	62°,6
Rapport du poids de sel au poids de dissolution saturée.	0,14	0,14	0,13	0,14	0,15	0,18

» La représentation graphique correspond à peu près à deux droites se coupant vers 30° sous un angle très faible ; la plus inclinée se dirige lentement vers la température de fusion (600° environ). La solubilité décroît progressivement de l'eau à l'alcool éthylique, puis à l'alcool amylique, à mesure que le poids moléculaire $C^nH^{2n+2}O$ augmente.

Poids de sel pour 100gr de dissolution	0	5,2	10,1	14,6
Poids spécifique à 14°,2	0,797	0,839	0,871	0,903
Poids spécifique à 0°	0,809	0,851	0,881	»

» Les chaleurs de dilution ont été mesurées entre 8° et 15° ; au delà de ($LiCl + 35C^2H^6O$), il n'y a plus sensiblement de chaleur dégagée :

Molécules LiCl par litre	3	2	1	0,5
Molécules C^2H^6O pour LiCl	5,4	8,3	16,9	35
Quantités de chaleur de dilution à partir de ($3LiCl = 1^{lit}$)	0	»	2,1	$2^{Cal},6$
D'où chaleurs de dissolution avec $11^{Cal},7$ pour un excès d'alcool	9,1	»	11,2	$11^{Cal},5$

» J'examinerai ultérieurement les conséquences de ces données expérimentales [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sels basiques de magnésium*. Note de M. **Tassilly**, présentée par M. Troost.

« On sait depuis longtemps que, lorsqu'on évapore à sec des solutions de chlorure, de bromure et d'iodure de magnésium, on obtient finalement un mélange d'oxyde avec le sel halogène. La composition du produit définitif dépend des quantités d'eau et d'acide qui se trouvent en présence. En outre, la proportion d'oxyde formé va en croissant du chlorure à l'iodure.

---

(1) M. Caffin m'a prêté dans ces recherches son meilleur concours ; je le prie de recevoir tous mes remercîments.

» Il semblerait d'après cela, que les sels de magnésium ont une tendance à donner des sels basiques qui irait en croissant du chlorure à l'iodure. Cependant les oxychlorures de magnésium ont été l'objet de nombreux travaux exécutés par divers savants, alors qu'on n'a encore signalé ni oxybromure, ni oxyiodure.

» J'ai pu réussir à préparer un oxybromure, mais tous mes efforts pour obtenir un oxyiodure ont échoué. Avant de présenter cet oxybromure, je rappellerai en quelques mots les principaux oxychlorures déjà connus :

» Davis (1), en faisant agir l'ammoniaque sur une solution de chlorure de magnésium, a obtenu $MgCl^2.5MgO.13H^2O$.

» Krause (2), par l'action de la magnésie sur une solution de $MgCl^2$, a pu préparer $MgCl^2.10MgO.18H^2O$.

» Sous l'action de la chaleur ce corps a fourni l'hydrate $MgCl^2.10MgO.14H^2O$.

» Avant eux, Sorel (3) avait constaté que la magnésie fraîchement calcinée, gâchée avec du chlorure de magnésium, donne un corps blanc durcissant à l'air, et Bender (4) avait signalé les composés $MgCl^2.5MgO.14H^2O$ et $MgCl^2.9MgO.24H^2O$.

» M. André (5) est parvenu plus tard à préparer un oxychlorure à molécules égales répondant à la formule $MgCl^2.MgO.16H^2O$, lequel séché dans le vide donne un nouvel hydrate $MgCl^2.MgO.6H^2O$.

» M. André prépare le premier de ces corps en chauffant 500gr d'eau avec 400gr de chlorure de magnésium cristallisé et 20gr de magnésie calcinée.

» J'ai essayé de préparer un oxybromure en opérant d'une façon analogue ; pendant longtemps je n'ai pu réussir en opérant avec de la magnésie hydratée précipitée, même en ayant recours au tube scellé.

» Une remarque de M. Didier (6), relative à la préparation d'un azotate basique de magnésium, m'a engagé à employer, comme lui, de la magnésie calcinée à basse température. C'est en me plaçant dans ces conditions que j'ai obtenu un oxybromure.

» Pour le préparer, on chauffe 300gr d'eau contenant 145gr de bromure de magnésium cristallisé, on porte à l'ébullition, on retire du feu, puis on ajoute peu à peu et par petites portions 5gr de magnésie calcinée à basse température. On porte de nouveau sur le feu, la magnésie se dissout peu à peu. Vers la fin de l'opération, on élève

---

(1) *Chem. News*, t. XXV, p. 258.
(2) *Ann. Chem. und Pharm.*, t. CLXV, p. 38.
(3) *Comptes rendus*, t. LXV, p. 102.
(4) *Jahresb.*, p. 283 ; 1871.
(5) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III.
(6) *Comptes rendus*, avril 1896.

la température à 150°. On filtre sur une toile, dans un entonnoir à filtration chaude, et l'on enferme la solution obtenue dans des flacons bien bouchés.

» Au bout d'une quinzaine de jours l'oxybromure se dépose en petits cristaux aciculaires, groupés en houppes, agissant sur la lumière polarisée et présentant des extinctions longitudinales. Les rendements sont extrêmement faibles.

» La composition de ce corps paraît répondre à la formule $MgBr^2.3MgO.12H^2O$. Le brome a été dosé à l'état de bromure d'argent et le magnésium à l'état de sulfate.

» A 120°, dans un courant d'air sec et privé de gaz carbonique, ce corps perd de l'eau et donne l'hydrate $MgBr^2.3MgO.6H^2O$.

» Ces oxybromures sont altérables à l'air, avec fixation de gaz carbonique. L'eau et l'alcool les décomposent, de même que la plupart des réactifs.

» En me plaçant dans les mêmes conditions que pour l'oxybromure, je n'ai pu obtenir d'oxyiodure. L'iodure de magnésium en solution aqueuse dissout bien une certaine proportion de magnésie, mais la solution ainsi obtenue se décompose, avec mise en liberté d'iode, si on l'abandonne à la cristallisation spontanée dans un vase même hermétiquement clos et à l'abri de la lumière. Cela tient à l'instabilité de l'iodure de magnésium en présence de l'eau. Si, d'autre part, on veut hâter la cristallisation, soit en rendant l'évaporation plus active au moyen de l'acide sulfurique, soit en opérant dans le vide, la solution se prend brusquement en masse et les cristaux ainsi obtenus sont formés en majeure partie d'iodure de magnésium renfermant soit un oxyiodure, soit de la magnésie. La moindre addition d'eau provoque la disparition de ces cristaux avec production d'un abondant dépôt de magnésie.

» En résumé, les recherches de divers savants sur les oxychlorures de magnésium et les nôtres sur l'oxybromure tendent à établir un rapprochement, en ce qui concerne les sels basiques, entre ce métal et le zinc qui, comme lui, donne des sels ne répondant pas à un type moléculaire défini, comme cela existe pour un certain nombre de métaux, notamment le calcium, le baryum et le cadmium [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation et dosage par voie directe du chlore et du brome contenus dans un mélange de sels alcalins.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« Prévenus par nos premières études que, pour arriver à la décomposition totale des bromures alcalins, il fallait un excès de sel de cuivre, nous

---

[1] Travail fait au laboratoire de Chimie générale à la Sorbonne.

avons été naturellement amenés à examiner également l'influence de la concentration relative de la solution du sel métallique.

» Ainsi que nous l'avons déjà dit ([1]), il nous a été facile de reconnaître que les dernières traces de brome étaient chassées d'autant plus vite de la liqueur que l'évaporation en avait plus réduit le volume et que, au contraire, l'action est encore incomplète après un temps fort long, même en augmentant la quantité de sel de cuivre, si l'on opère avec une dissolution trop étendue. C'est ce que nous devons, entre autres choses, démontrer aujourd'hui par des déterminations directes.

» Bien entendu, nous avons fait usage du ballon barboteur destiné à charger l'air de vapeur d'eau, et dans les Tableaux où nous relatons brièvement les conditions expérimentales et les résultats obtenus, sous la rubrique *volumes liquides*, nous exprimons, en centimètres cubes, les limites extrêmes entre lesquelles a oscillé le volume de chaque essai.

» Quant à la fin de l'opération, elle nous était indiquée chaque fois par la très minime quantité de brome recueillie dans le condensateur pendant les vingt dernières minutes et aussi par l'absence presque absolue d'odeur à la sortie du tube à dégagement.

» Nous donnons ici le résumé de notre première série de recherches sur les bromures alcalins, en faisant remarquer que les poids de AgBr inscrits sont ceux relatifs au brome resté dans la liqueur mère, chose rationnelle puisqu'il s'agissait de vérifier si la réaction était totale.

	KBr employé.	$CuSO^4 + 5H^2O$ employé.	MnO^4K employé.	Volumes liquides.	Durée d'opération.	AgBr du Br non distillé.
	gr	gr	gr	cc cc	h m	gr
(1)	0,150	4	0,400	180-160	5.00	0,0133
(2)	0,150	2	0,350	70- 65	4.30	0,0070
(3)	0,325	3	0,500	40- 35	1.45	0,0021
(4)	0,400	8	0,800	70- 65	1.45	0,0019
(5)	0,200	6	0,400	40- 35	1.00	0,0001
(6)	0,200	12	0,500	70- 65	1.15	0,0002

» Ainsi, malgré la durée relativement longue des opérations (1) et (2), la quantité de bromure non décomposée dans chacune d'elles a été beaucoup plus forte que dans les autres; et cependant, pour ces dernières, les poids de bromure mis en œuvre étaient notablement supérieurs.

» Sans plus ample discussion, la comparaison des résultats établit donc nettement : 1° l'influence capitale de l'état de concentration de la solution cuprique ; 2° que le volume liquide n'est pas par lui-même un obstacle à

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 527.

l'élimination rapide du brome à 100°, mais à la condition de conserver le degré de saturation en sulfate de cuivre.

» Comme on peut le remarquer, nous avons pris des poids de permanganate environ doubles de ceux du bromure, cela dans le but de rendre les opérations aussi comparables que possible, et en ayant soin encore, pour faire entrer également en ligne de compte la concentration relative du permanganate, d'en diminuer ou d'en augmenter un peu la quantité, lorsque le volume liquide était lui-même diminué ou augmenté. Car si l'examen des essais (3), (5) d'une part, et (4), (6) de l'autre, montre que les poids du composé de manganèse n'ont pas l'importance de ceux du sulfate de cuivre employés, on ne doit pas oublier toutefois que la proportion du premier sel n'est cependant pas chose négligeable pour la mise en liberté complète et rapide du brome.

» Ces faits acquis pour les bromures, comment se comportent les chlorures dans les mêmes conditions?

» L'expérience prouve qu'à 100° les chlorures peuvent *parfois aussi* être décomposés, quoique beaucoup plus difficilement, et fournir du chlore.

	NaCl employé.	$CuSO^4 + 5H^2O$ employé.	MnO^4K employé.	Volumes liquides.	Durée d'opération.	AgCl du Cl distillé.
	gr	gr	gr	cc cc	h m	gr
(7)	0,400	10	0,8	40-35	1.15	0,0196
(8)	0,400	6	0,5	40-35	1.15	0,0122
(9)	0,200	6	0,5	40-35	1.15	0,0081
(10)	0,250	16	0,7	100-95	1.20	0,0005
(11)	0,250	16	0,7	100-95	1.30	0,0004
(12)	0,125	8	0,7	50-45	0.30	0,0002

» Cependant des données de ce Tableau ressort de suite un fait intéressant.

» Non seulement la quantité de chlore dégagée décroît si la richesse en cuivre et manganèse de la solution diminue [essais (7) et (8)], ce qui était à prévoir, mais en plus elle décroît jusqu'à devenir sensiblement nulle, comme l'indiquent nettement les résultats des dernières expériences (10), (11), (12), si dans un volume donné du mélange oxydant on ne dissout pas un poids de chlorure supérieur à une proportion déterminée (1).

(1) Inversement, si dans l'essai (8) on emploie un poids de NaCl, de 2gr,5 au lieu de 0gr,4 sans rien changer d'autre, la décomposition du sel marin est assez rapide pour que l'on perçoive l'odeur du chlore à tout instant de l'opération.

» Or le mélange employé lors des expériences (10), (11), (12) est le même que celui qui a permis de réaliser la décomposition totale des bromures (5), (6).

» A 100°, dans le mélange oxydant où les bromures sont complètement détruits, la stabilité des chlorures dépend donc simplement du poids de ces chlorures.

» D'après cela, la solution du problème apparaît très nettement. En effet, en nous basant sur les recherches précédentes, c'est-à-dire en dissolvant un poids de sel n'excédant pas $0^{gr},250$ (ou tout au moins ne renfermant pas plus de chlore que n'en comporte $0^{gr},250$ Na Cl) dans 100^{cc} d'une solution contenant 15 à 16 pour 100 de $CuSO^4 + 5H^2O$ et 7 à 8 pour 1000 de permanganate, conditions des opérations (5), (6), (10), (11), (12), nous avons pu effectuer la séparation du brome et du chlore, le premier de ces éléments étant seul mis en liberté.

	Valeur en sel d'Ag du Na Cl.	Valeur en sel d'Ag du K Br.	$CuSO^4+5H^2O$ employé.	MnO^4K employé.	Volumes liquides.	Durée d'opération.	Ag Cl trouvé.	Ag Br trouvé.
	gr	gr	gr	gr	cc cc	h m		gr
(13)	0,2865	0,204	8	0,4	50- 45	1.20	perdu	0,2036
(14)	0,2865	0,204	8	0,4	55- 45	1.15	0,2867	0,2043
(15)	0,0382	0,408	10	0,8	70- 65	1.20	0,0386	0,4084
(16)	0,5842	0,2081	16	0,7	110-100	1.30	0,5839	0,2079
(17)	0,5872 (¹)	0,0208	16	0,7	110- 95	1.25	0,5877	0,0205

» Pour la majeure partie des cas ces indications suffisent; mais, lorsque le bromure n'existe plus qu'en très minime quantité, il y a lieu de modifier le mode opératoire; c'est ce que nous verrons ultérieurement.

» Comme on a dû le remarquer, la durée de l'opération est sensiblement constante, quelles que soient les proportions de bromure; l'expérience nous a appris, en effet, que le temps nécessaire pour la décomposition totale de ce sel ne dépend pas *strictement* de sa quantité et que les dernières traces de brome sont relativement plus longues à éliminer. C'est que la réaction semble limitée par un état d'équilibre entre le brome libre et celui combiné, et ainsi s'expliquerait le ralentissement apparent du phénomène vers la fin de l'opération, la décomposition ne progressant qu'au fur et à mesure que le brome libre est éliminé. »

(¹) Ce poids correspond à 0,240 Na Cl.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons des acétates métalliques avec la phénylhydrazine.* Note de M. J. **Moitessier**, présentée par M. Friedel.

« La phénylhydrazine forme, avec les acétates des métaux de la série magnésienne, des combinaisons analogues aux chlorures, bromures, iodures et azotates phénylhydraziniques [1].

» J'ai préparé les acétates phénylhydraziniques de zinc, de cadmium, de manganèse, de cobalt et de nickel, en chauffant au bain-marie un mélange de phénylhydrazine en solution alcoolique et d'acétate métallique pulvérisé.

» On fait bouillir pendant un quart d'heure environ le mélange disposé dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant; on obtient un liquide limpide qui, après refroidissement, laisse déposer peu à peu la combinaison d'acétate métallique phénylhydrazinique à l'état cristallisé. Les cristaux sont recueillis sur un filtre, lavés à l'alcool froid, essorés et desséchés dans le vide.

» Les acétates métalliques phénylhydraziniques sont solubles dans l'eau, dans l'alcool et dans le chloroforme, surtout à chaud, insolubles dans l'éther. Ils présentent les réactions de la phénylhydrazine et celles du sel qui entre dans leur composition. Ils perdent peu à peu de la phénylhydrazine à 100°; chauffés sur une lame de platine, ils brûlent en laissant un résidu d'oxyde métallique.

» *L'acétate de zinc phénylhydrazinique* $(C^2H^3O)^2Zn.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ se présente sous la forme de tables rhomboïdales épaisses; il est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool à froid, très soluble dans l'alcool à chaud. Il fond vers 135°. Pour la préparation de ce composé, et pour celle du suivant, on fait agir 1 molécule de sel sur 2,5 molécules de phénylhydrazine en solution alcoolique à 15 pour 100.

» *L'acétate de cadmium phénylhydrazinique* $(C^2H^3O^2)^2Cd.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ se dépose, pendant sa préparation, sous la forme de cristaux prismatiques très allongés, formant des amas radiés. Il est fusible vers 121° et se décompose en se boursouflant à quelques degrés au-dessus de cette température.

» *L'acétate de manganèse phénylhydrazinique* $(C^2H^3O^2)^2Mn.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ a été obtenu en faisant agir 1 molécule d'acétate de manganèse sur 4 molécules de phénylhydrazine en solution alcoolique à 30 pour 100. Pour déterminer la précipitation du composé, il faut ajouter au liquide obtenu, après chauffage et refroidissement, quelques cristaux obtenus par l'évaporation d'une petite quantité du liquide. La cristallisation est très lente; elle dure plusieurs jours. On lave les cristaux obtenus avec de l'alcool refroidi à 0°. L'acétate de manganèse phénylhydrazinique cristallise sous la

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1242, 1306, 1529, et t. CXXV, p. 183.

forme de prismes clinorhombiques; il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, même à froid. Il fond vers 97° et se décompose en se boursouflant vers 100°.

» *L'acétate de cobalt phénylhydrazinique* $(C^2H^3O^2)^2Co.2(C^6H^5, Az^2H^3)$ s'obtient en employant de la phénylhydrazine en solution alcoolique à 20 pour 100, en léger excès par rapport à l'acétate de cobalt. Il se dépose lentement sous forme de prismes réunis en amas radiés, de couleur rose violacé, durs et adhérant aux parois du vase. Chauffé lentement sur le bloc de Maquenne, il devient violet foncé vers 110° et se décompose vers 160°; mais si l'on dépose un peu de substance sur le bloc chauffé à 125°, elle fond immédiatement.

» *L'acétate de nickel phénylhydrazinique* $(C^2H^3O^2)^2Ni.3(C^6H^5, Az^2H^3)$ s'obtient dans les mêmes conditions que le composé précédent. Il se dépose sous la forme de cristaux prismatiques bleu verdâtre, adhérant aux parois; ses solutions sont vertes. Il jaunit vers 140° et brunit ensuite jusqu'à 260° sans fondre. On voit, d'après la formule qui précède, que l'acétate de nickel, de même que l'iodure et l'azotate de nickel, forme une combinaison plus riche en phénylhydrazine que les sels correspondants des autres métaux.

» J'ai obtenu des combinaisons de la phénylhydrazine avec des sels métalliques d'autres acides organiques, notamment des homologues de l'acide acétique et de l'acide lactique. J'aurai l'honneur d'envoyer prochainement à l'Académie une Note sur ces composés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Les méthodes de dosage du sucre diabétique.* Note de M. **Frédéric Landolph.** (Extrait.)

« Dans la Note que j'ai présentée à l'Académie au mois de juillet dernier, j'ai montré que le pouvoir réducteur du sucre diabétique est le double de celui du sucre de raisin, d'où l'impossibilité d'obtenir des résultats même approximativement exacts par le procédé de Fehling. Par contre, ce procédé nous sert à déterminer très exactement les *coefficients de réduction*, comme je l'ai indiqué dans le Mémoire présenté à l'Académie le 7 décembre de l'année précédente.

» En examinant les urines diabétiques au polaristrobomètre de Pfister-Streit, en déterminant en même temps les coefficients de réduction et le volume de l'acide carbonique obtenu par la fermentation, je suis arrivé aux résultats suivants :

» 1° Le polaristrobomètre seul indique la quantité réelle de sucre diabétique actif;

» 2° Le coefficient de réduction donne une quantité double et même triple de sucre polaristrobométrique;

» 3° La fermentation décèle une quantité absolument variable de sucre diabétique, selon le temps écoulé entre la fin de la fermentation et la lecture du volume de l'acide carbonique obtenu.... »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Pouvoir optique et pouvoir réducteur de la chair des mouches*. Note de M. **Frédéric Landolph** (Extrait.)

« J'ai été frappé, au Chili, de la quantité innombrable de mouches, surtout pendant les périodes d'épidémies, qui remplissent en petit, sur les détritus de tout genre, l'office des *Jotes* ou corbeaux-aigles de ce pays, ou des vautours des Indes sur les cadavres.

» Mais, vu la rapidité avec laquelle elles font disparaître les matières les plus diverses, les plus putrides et les plus toxiques, j'ai pensé qu'elles doivent disposer d'un ferment actif pour un pareil travail.

» Voici le résultat auquel je suis arrivé :

» Une solution filtrée de chair de mouches, obtenue par trituration avec de l'eau froide, est faiblement laiteuse et opalescente et laisse à l'évaporation un résidu jaunâtre, non cristallin, ayant à peu près le quart du poids total des mouches employées.

» Les solutions ainsi obtenues dévient assez fortement à gauche. Pour 1^{gr} par litre de matière dissoute ou émulsionnée, cette déviation atteint, dans le polaristrobomètre de Pfister-Streit, à peu près $1°,5$.

» Quant au pouvoir réducteur, il est certainement supérieur au pouvoir réducteur du sucre diabétique.

» Le pouvoir réducteur des araignées est également très grand, ce qui fera sans doute l'objet d'une Communication ultérieure. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons* X *sur l'évaporation cutanée*. Note de M. **L. Lecercle**, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« J'ai recherché si les rayons X n'auraient pas une action particulière sur l'évaporation cutanée. J'ai utilisé la méthode qui m'a servi à démontrer que le lapin manifeste une évaporation qui, si elle n'est pas très active, n'en est pas moins mesurable. (*Comptes rendus*, juillet 1896.)

» C'est encore l'évaporation d'une surface cutanée de 39^{cq}, du train postérieur de lapins adultes, que j'ai particulièrement étudiée. La vapeur émise

par cette surface était recueillie et pesée à trois reprises successives : 1° avant l'exposition aux rayons X, 2° immédiatement après, 3° une heure et demie ou deux heures après....

» Ces expériences me conduisent à considérer les rayons X comme imprimant à l'évaporation cutanée du lapin une sorte d'inhibition, qui peut aller jusqu'à la suppression complète, et qui se poursuit longtemps après.

» J'ai également constaté plusieurs fois une diminution de l'évaporation cutanée de la paume de la main, sur un de mes aides et sur moi-même, en l'exposant pendant un quart d'heure aux rayons X. Mais l'action est passagère et l'évaporation revient assez vite à sa valeur primitive. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la fièvre jaune.* Note de M. le Dr **Domingos Freire**, présentée par M. Armand Gautier ([1]).

« Depuis les Communications que j'ai faites à l'Académie, j'ai poursuivi l'étude de la fièvre jaune dans le but de contrôler la présence de son microbe, le *micrococcus xanthogenicus,* dans le sang et les tissus des malades, et pour essayer en même temps d'éclairer la pathogénie et la prophylaxie de cette maladie.

» Le microcoque amaril se présente sous la forme d'une cellule mesurant 1μ à 2μ, mobile à l'aide de deux ou trois cils vibratiles, découverts dernièrement par le Dr S. Barradas, grâce à leur coloration par le tannate de fer. Tantôt le microbe reste isolé, tantôt il se groupe en chaînes ou grappes. Il présente un point clair central, réfringent, caractéristique. La fuchsine, le violet de méthyle, le bleu de méthyle, le violet gentiane, etc. le colorent facilement. Le microbe amaril est aérobie. Il se cultive dans la gélose peptonisée (à une température de 20° à 38°) ; il forme des colonies en clou dont la tête s'étale à la surface tandis que la pointe descend le long du trajet de la piqûre. Ces colonies, blanches d'abord, donnent à la longue un pigment jaune ocre et un autre brun ou noir. Les cultures liquides (bouillons Miquel, Loeffler, lait écrémé, etc.) se troublent au bout

---

([1]) Depuis les premières études de M. Domingos Freire sur la pathogénie de la fièvre jaune, M. Gibier (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 499), puis M. Sanarelli (*Institut Pasteur*, t. XI, p. 433 et 673), enfin M. Havelburg (*Ibid.*, p. 515) et le Dr Ferran ont décrit comme agent spécifique de cette maladie des bacilles différents du microbe de M. D. Freire et différents entre eux. La question reste donc encore à l'étude et les résultats publiés par chacun de ces auteurs méritent confirmation.

de quelques jours; il se fait un dépôt blanc, puis noirâtre, au fond des ballons. Le microbe amaril liquéfie la gélatine, formant une cupule arrondie, avec sédiment lourd et brunâtre au fond. Sur l'agar-agar incliné, la croissance se fait à côté de la rayure; les colonies sont blanches, mais en quelques jours elles jaunissent.

» Le même microcoque se développe sur la pomme de terre, en donnant à sa surface des colonies jaune brun, grenues. Il ne détermine pas la fermentation du lactose, à peine celle du glucose. Il se reproduit par spores très résistantes à la chaleur.

» Il jouit de la propriété de s'encapsuler, surtout à la saison d'hiver.

» Cultivé sur plaque ou dans des tubes Esmarch, il donne naissance, la première semaine, à de petites colonies blanches, couleur de lait, rondes, avec bords réguliers, liquéfiant peu à peu la gélatine. Après quinze jours, ces colonies prennent une nuance jaune foncé, avec un noyau central noir, et ressemblent alors à une pustule variolique. A la loupe on voit chaque colonie formée d'un amas granuleux à bords légèrement dentelés. Le microbe amaril résiste à une température supérieure à 60°. Il peut vivre dans l'eau potable; il y forme un dépôt de petits grains. La terre arable se prête également à son développement. Les cultures exhalent une odeur vireuse de leucomaïnes.

» Les cultures de premier passage sont très toxiques; 1^{cc} à 4^{cc} injectés hypodermiquement tuent les cobayes et les lapins. Les passages répétés en diminuent la virulence. Celles de troisième passage, injectées à 5 pour 100 du poids de l'animal, dans le péritoine de cobayes et lapins, les tuent dans l'espace de trois à douze jours, avec fièvre de 40°-41°, amaigrissement rapide, anurie, photophobie, dyspnée, ataxo-adynamie, ictère, quelquefois hémorragies nasales.

» Par trépanation, en suivant la méthode de Pasteur pour la rage, les cultures, même de quatrième et cinquième passage, sont très toxiques; à la dose de quelques gouttes, les animaux succombent au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures, avec des phénomènes bulbaires et des troubles du côté de l'innervation du grand sympathique, rappelant les symptômes de la fièvre jaune. Il y a hyperémie viscérale, surtout des muqueuses de l'estomac et des intestins, qui offrent parfois des érosions, et une suffusion ictérique. Dans l'estomac, on trouve souvent de la matière jaune et noire. Les poumons montrent des foyers congestifs, ainsi que le foie, qui est le siège d'une dégénérescence graisseuse, avec déformation et nécrose des cellules. Les reins sont atteints de la même altération, avec desqua-

mation de l'épithélium des tubuli urinifères. Les méninges sont jaunies et hyperémiées.

» Ainsi que je l'avais déjà annoncé à l'Académie, les cultures atténuées du microcoque xanthogénique reproduisent, chez les animaux et l'homme lui-même, une forme bénigne de la fièvre jaune, capable de leur conférer l'immunité contre une attaque ultérieure de la maladie. Depuis 1883, j'ai inoculé avec ces cultures plus de treize mille personnes, de tous les âges, professions et nationalités; la mortalité n'a été que de 0,4 à 0,6 pour 100, malgré les épidémies violentes auxquelles ces individus, la plupart nouvellement arrivés au Brésil ou non acclimatés, étaient exposés.

» Les inoculations préventives sont pratiquées aujourd'hui dans l'Institut bactériologique de Rio-de-Janeiro, que je dirige. Une Commission a été nommée, sur notre demande, par le Gouvernement, afin de contrôler l'ensemble des résultats acquis. Notre méthode préventive a déjà été recommandée, d'ailleurs, par le Congrès médical international de Washington (1887) et par celui d'Hygiène et Démographie, tenu à Buda-Pesth en 1894 (Section des maladies tropicales). »

ZOOLOGIE. — *Observations sur la circulation des Amphicténiens (Annélides polychètes sédentaires).* Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La circulation des Amphicténiens a été étudiée déjà par Pallas (1), Rathke (2), Claparède (3) et plus récemment par A. Wiren (4). Les descriptions des trois premiers auteurs nous ayant paru incomplètes et contradictoires, nous avons repris cette étude sur la *Lagis Koreni* Mgr.

» Les vaisseaux de cette espèce étant presque tous contractiles, on peut, sur l'animal vivant, se rendre un compte exact du sens de la circulation.

» Le tube digestif, très hautement différencié, a une largeur presque triple de celle du corps et il est replié deux fois sur lui-même. Cette complication, rare chez les Annélides, entraîne des modifications importantes dans l'appareil circulatoire.

» A la face inférieure du rectum, on remarque deux fins vaisseaux parallèles, qui se

(1) Pallas, *Miscellanea zoologica,* 1778.
(2) Rathke, *Beiträge Z. vergleich. Anat.,* 1842.
(3) Claparède, *Annélides de Naples,* 1868.
(4) Wiren, *Our circulations etc.,* 1885.

jettent dans le vaste sinus engainant l'estomac. A la jonction de l'estomac avec l'œsophage, un gros vaisseau naît de ce sinus et accompagne l'œsophage, puis il s'accole à celui-ci en donnant naissance de nouveau à un court sinus formant un anneau vasculaire De cet anneau vasculaire naît le cœur, gros vaisseau contractile, renfermant un corps cardiaque, et qui donne naissance, à son extrémité, à deux paires de vaisseaux se rendant à angle droit aux branchies. Deux autres vaisseaux naissent encore de cet anneau vasculaire et suivent, l'un la face dorsale, l'autre la face ventrale de l'œsophage. Le premier donne trois ou quatre fins vaisseaux, qui montent verticalement et vont se ramifier dans les téguments dorsaux; puis il donne naissance aux vaisseaux des glandes cémentaires, des tentacules, et des différents organes de la région céphalique. Le deuxième vaisseau œsophagien suit la face ventrale de cet organe et va se jeter dans le vaisseau central, à l'intersection de celui-ci et des vaisseaux efférents de la deuxième paire de branchies.

» Le vaisseau ventral naît, à la partie antérieure du corps, des ramifications céphaliques et s'étend jusqu'à la naissance de la scaphe. Il reçoit d'abord les vaisseaux efférents des deux paires de branchies, puis il donne dans chaque segment une branche transversale (vaisseau ventro-pédieux), qui fournit des ramifications aux parapodes et aux pinnules et va se jeter dans un gros vaisseau longitudinal latéral (vaisseau anastomotique).

» Les ventro-pédieux du premier et du second segment sétigère sont très gros; ils bordent l'entonnoir des deux paires de néphridies postérieures et portent une série d'ampoules contractiles digitiformes. Rathke avait bien vu et figuré ces ampoules; il est étrange que Claparède nie formellement leur existence, car elles sont facilement visibles, même à l'œil nu, quand on dissèque un animal frais ou convenablement fixé.

» A la hauteur du quatrième segment sétigère, de la base du ventro-pédieux droit, naît une branche impaire verticale, allant au sinus péri-intestinal.

» Au sixième segment sétigère, le vaisseau ventral communique avec le sinus stomacal par une grosse anastomose impaire, située dans le plan vertical médian.

» A la naissance de la scaphe, le vaisseau ventral se termine à angle droit par deux branches divergentes, s'anastomosant avec les vaisseaux latéraux anastomotiques et d'où naissent de nombreuses ramifications.

» Ces vaisseaux latéraux naissent directement, par une courbe arrondie, du ventro-pédieux à ampoules contractiles du premier segment sétigère. Ils sont homologues aux vaisseaux anastomotiques des Ampharétiens, mais beaucoup plus développés, contractiles, et ils ne communiquent pas directement avec le vaisseau efférent de la branchie postérieure, ainsi que cela a lieu chez les Térébelliens et les Ampharétiens. A chaque segment, ils communiquent avec le vaisseau ventral par un vaisseau ventro-pédieux et donnent, en outre, à la face dorsale, deux ou trois vaisseaux transversaux tégumentaires, qui vont se ramifier et mourir sur la ligne médiane.

» Le vaisseau médian décrit par Rathke et nié par Claparède n'existe pas, mais il est facile de se rendre compte comment Rathke a été induit en erreur. La couche des muscles longitudinaux étant interrompue sur le milieu de la face dorsale, il en résulte une ligne transparente, à travers laquelle on aperçoit le sang rouge se mouvant dans le sinus intestinal. Au premier abord, il en résulte l'apparence très nette d'un vaisseau médian.

» Le sang se meut *d'arrière en avant* dans le sinus intestinal et dans le cœur. Il revient des branchies par les vaisseaux efférents et se jette dans le vaisseau ventral, où il circule *d'avant en arrière jusqu'au sixième segment sétigère*. Les ventro-pédieux des cinq premiers segments sétigères, et principalement les vaisseaux à ampoules contractiles du premier et du deuxième sétigère, le ramènent aux vaisseaux latéraux anastomotiques, où il circule également *d'avant en arrière;* de là, il est distribué aux parois du corps et aux parapodes, et ramené au vaisseau ventral par les ventro-pédieux et par les anastomoses à la base de la scaphe.

» Le sang circule *d'arrière en avant* dans toute la partie du vaisseau ventral située en arrière du sixième segment sétigère.

» Le vaisseau étant très contractile dans cette région, il est facile de se rendre compte de cette circulation, en apparence anormale. A la hauteur du sixième sétigère, la grosse anastomose médiane ramène le sang du vaisseau ventral au sinus intestinal, fermant ainsi le cycle circulatoire.

» Physiologiquement, seule la portion antérieure du vaisseau ventral est donc l'homologue du vaisseau ventral des autres polychètes.

» La disparition complète des vaisseaux dorso-pédieux, conséquence de la disposition très sinueuse du tube digestif, a entraîné une modification du tube du vaisseau ventral dans sa région postérieure, cette région étant alors la seule voie par laquelle le sang de cette partie du corps puisse revenir au sinus intestinal et de là au cœur.

» Le système circulatoire intestinal ne communique directement avec le vaisseau ventral qu'en trois points : 1° l'anastomose œsophagienne; 2° l'anastomose du ventro-pédieux droit du quatrième sétigère; 3° la grosse anastomose du sixième sétigère. Dans la région anale et dans la région céphalique, il existe, en outre, de faibles communications indirectes par des réseaux capillaires [1].

» Chez le *Siphonostoma diplochaitos* et le *Sternaspis*, la complication du tube digestif entraîne également la disparition des dorso-pédieux et la formation d'anastomoses directes, impaires, entre le vaisseau ventral et le sinus intestinal. Il est regrettable que les auteurs qui ont étudié ces espèces ne nous donnent aucune indication sur le sens du courant sanguin.

» Claparède a nié l'existence de vaisseaux dans les tentacules des Amphicténiens; nous avons déjà réfuté cette erreur étonnante, car ces tentacules contiennent bien un gros vaisseau, aussi nettement visible sur l'animal vivant que sur les coupes. »

---

[1] La communication par l'intermédiaire des branchies est également indirecte.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la différenciation et le développement des éléments libériens*. Note de M. **L.-Jules Léger**, présentée par M. Guignard.

« Quand on suit pendant quelque temps un jeune faisceau procambial dans un organe quelconque, on voit bientôt apparaître vers la périphérie, dans la ou les régions qui deviendront le liber, des éléments qui se distinguent de ceux qui les entourent par l'aspect particulier de leurs parois longitudinales : celles-ci sont épaisses, blanches, réfringentes, et ont un reflet nacré; elles sont bien plus brillantes que celles des éléments parenchymateux; le contour interne de leur section est souvent fort irrégulier; elles sont constituées par la paroi procambiale à laquelle s'est ajouté un revêtement interne plus ou moins épais.

» En considération de cet aspect spécial, j'ai précédemment désigné sous le nom de *différenciation nacrée* cette différenciation libérienne particulière ([1]).

» Dans les jeunes faisceaux, toutes les cellules criblées sont en même temps des cellules nacrées. En somme, la perforation de la paroi transversale et le revêtement pariétal nacré sont deux formes de la caractérisation des mêmes éléments. A mesure que l'organe avance en âge, la différenciation nacrée devient de moins en moins accusée dans les nouveaux éléments du liber et, chez l'adulte, les éléments libériens spécialisés peuvent être uniquement criblés.

» Les cellules nacrées se différencient dans les parties les plus externes du faisceau, quelquefois au contact direct des tissus extérieurs au faisceau. Peu à peu, de nouveaux éléments nacrés apparaissent plus intérieurement dans le parenchyme procambial; les plus anciens perdent progressivement leurs caractères et, le plus souvent, il n'y a qu'un petit nombre d'éléments nettement spécialisés. La plage qu'ils forment s'avance insensiblement dans le faisceau. S'il existe une zone cambiale, les tissus nouveaux, vers le liber, sont atteints par la différenciation nacrée. Si la zone cambiale est d'un fonctionnement actif, la région externe du liber, où des cellules nacrées ont précédemment existé, peut devenir considérable et prendre postérieurement des caractères complexes. Dans la tige, elle est très fréquemment le siège d'une sclérification accentuée et forme des arcs de soutien au dos des faisceaux. En suivant l'évo-

---

([1]) *Recherches sur l'appareil végétatif des Papavéracées* Juss. [(*Papavéracées et Fumariacées* D. C.). *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*, vol. XVIII, p. 219; 1895].

lution du liber que nous venons d'indiquer, on peut se convaincre que ces massifs scléreux sont bien de nature fasciculaire et non péricyclique ou autre.

» Les cellules nacrées se forment soit directement aux dépens de cellules procambiales ou cambiales, soit aux dépens de cellules-filles de ces dernières. Cette formation des éléments libériens spécialisés est bien connue. Chez les Angiospermes, c'est presque toujours d'une cellule-fille que dérive la cellule nacrée; quelquefois, cependant, elle se forme directement d'un élément procambial ou cambial. Les recloisonnements qui donnent naissance à la cellule spécialisée se font sans régularité. D'ordinaire, l'élément formateur se recloisonne plusieurs fois et une ou plusieurs des cellules-filles deviennent nacrées; les autres, en totalité ou en partie, deviennent des cellules-compagnes.

» Après un certain temps de fonctionnement, les cellules nacrées, avons-nous dit, disparaissent du faisceau. Deux modes de disparition se présentent, qui peuvent se rencontrer concurremment dans un même faisceau ou, plus rarement, se montrer isolés. Dans le premier mode, il y a atrophie de l'élément nacré, écrasement par la compression des éléments voisins; s'il y a une cellule-compagne de même taille ou plus petite que lui, elle peut être comprise dans l'écrasement ou garder son ouverture béante. Le revêtement nacré persiste quelquefois assez longtemps entre les deux lèvres de l'élément aplati, et fixe avec énergie les colorants appropriés. Les éléments ainsi écrasés restent quelque temps sous forme de tractus, puis se confondent avec la paroi des éléments qui les entourent, lorsque ceux-ci viennent à augmenter de taille. Dans le second mode, il y a simplement perte de la caractérisation nacrée : la paroi de revêtement diminue peu à peu d'épaisseur, fixe les colorants avec moins de vigueur que précédemment et finalement disparaît; l'élément redevient parenchymateux.

» La paroi nacrée n'est pas plus attaquée par l'eau de Javel que les parois parenchymateuses, elle reste indifférente aux colorants des matières pectiques. Les colorants de la cellulose se fixent, au contraire, facilement sur elle.

» La liqueur de Schweitzer la dissout. Le réactif de Mangin (acide phosphorique iodé) la colore nettement en bleu. Ces diverses réactions permettent donc de conclure à la nature cellulosique du revêtement nacré. D'un autre côté, nous ferons remarquer que les parois criblées ne présentent aucune des réactions indiquées ci-dessous et se rangent, au contraire, dans le groupe pectique. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'un Ptéropidé miocène à la Grive-Saint-Alban (Isère)*. Note de M. **Claude Gaillard**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les recherches que le Muséum de Lyon continue d'opérer, dans les argiles tertiaires de la Grive-Saint-Alban, viennent de mettre au jour de nouveaux ossements d'une grande rareté.

» Il s'agit d'un humérus entier et de quelques fragments du même os d'une chauve-souris frugivore, voisine par sa taille de la Roussette d'Égypte. Jusqu'à présent, aucun débris fossile de ces grandes chauves-souris n'avait encore été rencontré.

» L'humérus de la Grive-Saint-Alban prouve que les chauve-souris frugivores vivaient dès l'époque miocène. Il semble que la taille des Roussettes de cette époque n'atteignît pas encore les dimensions des grandes Roussettes actuelles. En outre, les caractères anatomiques des Chéiroptères insectivores et frugivores devaient être moins différenciés qu'ils ne le sont de nos jours. L'humérus de la Grive-Saint-Alban porte, en effet, une apophyse deltoïde très haute, ressemblant beaucoup à celle de la plupart des chauves-souris insectivores, mais bien plus volumineuse qu'elle ne l'est chez les Roussettes vivantes. La hauteur de cette apophyse indique, pour la Roussette de la Grive, un très grand développement des muscles pectoraux et deltoïdes, les moteurs de l'humérus dans l'action du vol. Il est donc permis de supposer que ce Ptéropidé ne se nourrissait pas entièrement de fruits, puisqu'il était encore organisé pour faire la chasse aux insectes.

» Bien que la formule dentaire de cette Roussette ne soit pas connue, nous croyons pouvoir la rattacher provisoirement au genre *Cynonycteris*, à cause de la très grande ressemblance de forme et de dimensions observée entre l'humérus de la Grive-Saint-Alban et les humérus des Roussettes d'Égypte et de Madagascar (*Cynonycteris ægyptiaca* et *Cyn. Dupreana*).

» Notre étude est basée sur un humérus droit intact et sur deux extrémités distales d'humérus droit et gauche. Cet os présente, dans son ensemble, la forme sinueuse particulière aux grandes chauve-souris. Vue par sa face antérieure, la moitié proximale est convexe en dehors ; la moitié distale est concave du même côté. L'apophyse deltoïde est très développée ; c'est le seul caractère bien tranché qui permette de distinguer cet os de l'os correspondant des Roussettes vivantes. La coulisse bicipitale est profonde.

» L'extrémité inférieure de l'humérus est en tous points semblable à *Cynon. ægyptiaca* : le condyle occupe la moitié du diamètre transverse de l'extrémité distale; du côté externe, on voit une fossette profonde et large, dont le centre est placé sur l'axe condylien ; du côté interne, l'apophyse des muscles épitrochléens est très grande et aplatie ; elle est séparée de l'articulation condylienne par une gouttière assez profonde.

» L'humérus de la Grive-Saint-Alban, dont la longueur est à peu près la

même que chez la Roussette d'Égypte, a un diamètre beaucoup plus fort proportionnellement. Ses dimensions accusent une espèce plus petite que la Roussette de Madagascar et un peu plus grande que celle d'Égypte.

	Cynonycteris ægyptiaca.	*Cynonycteris* de la Grive.
Longueur totale de l'humérus	54 mm	55 mm
Diamètre maximum de l'extrémité prox. .	8	9
» dist. ..	9	11
Diamètre du corps de l'humérus.........	3	4

GÉOLOGIE. — *Sur l'aven* Armand (*Lozère*) (*profondeur* 207^m). Note de MM. **E.-A. Martel** et **A. Viré**, présentée par M. Alb. Gaudry.

« Nous avons, les 19, 20 et 21 septembre 1897, effectué la première exploration d'un *aven* du Causse Méjean (Lozère), à $2^{km},500$ au sud de la Parade.

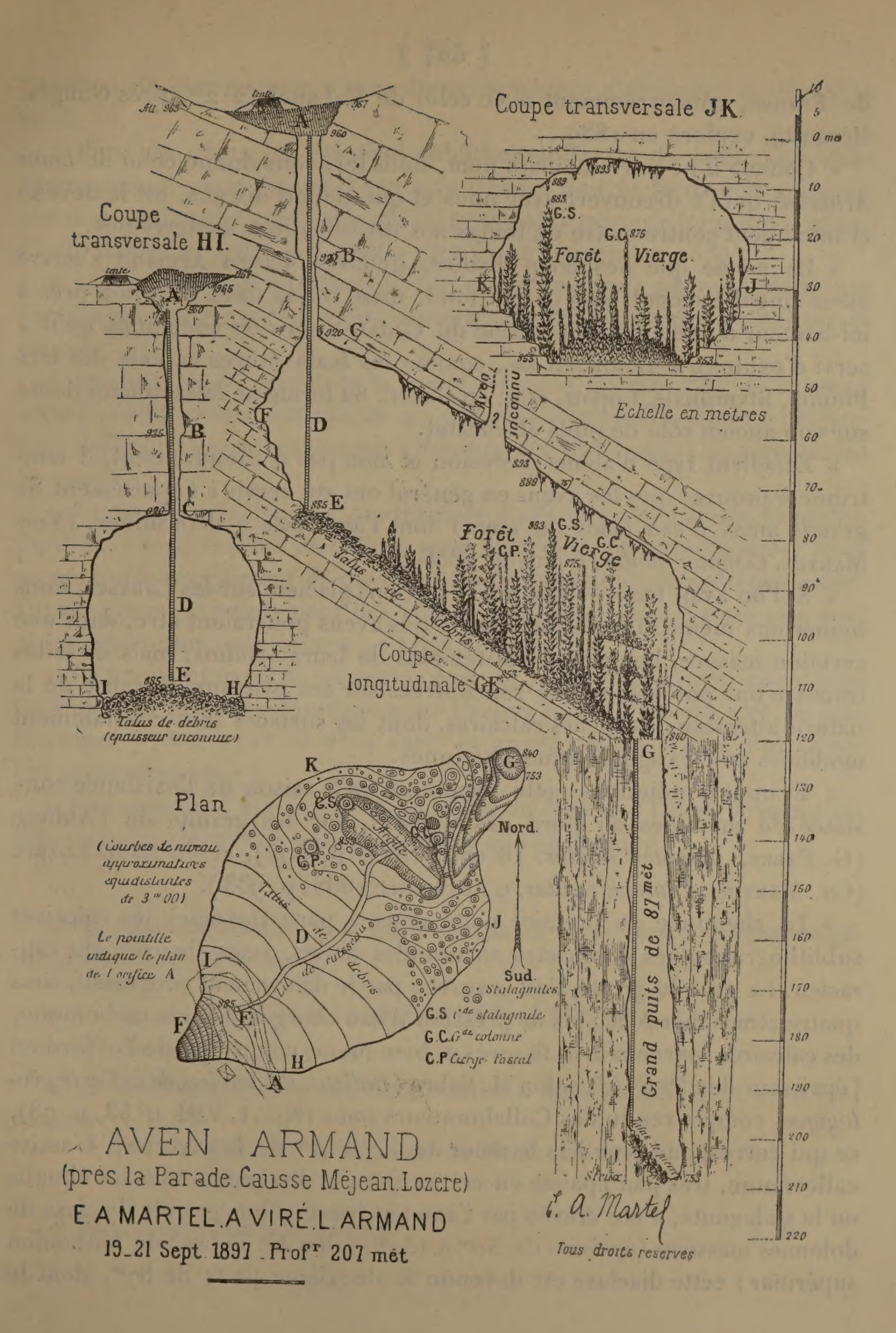
» Son orifice (964^m à 967^m d'altitude) est un entonnoir de 10^m à 15^m de diamètre et de 4^m à 7^m de creux, au fond duquel s'ouvre, à 960^m d'altitude, un puits perpendiculaire de 75^m; les 40 premiers mètres de ce puits constituent une cheminée de 3^m à 5^m de diamètre, et les 35 derniers représentent la hauteur d'une immense grotte (voir les coupes).

» Cette grotte ovale a 50^m de largeur sur près de 100^m de longueur; son sol est incliné rapidement vers le nord-est, parallèlement au pendage très accentué des strates, et descend jusqu'à 840^m d'altitude.

» La première moitié de cette pente est un talus de débris tombés de la surface du sol. La seconde partie est occupée par une forêt d'environ deux cents colonnes stalagmitiques, hautes de 3^m à 30^m. La fantastique beauté en est indescriptible; ni l'homme, ni les cataclysmes naturels n'ont jusqu'à présent brisé un seul de ces clochetons de cathédrales. *Aucune grotte au monde, croyons-nous, ne possède rien de semblable;* la plus haute stalagmite connue, la Tour astronomique de la caverne d'Aggtelek (Hongrie), n'a que 20^m d'élévation; *la grande stalagmite* de notre aven en a 30 et la voûte de la grotte monte à 6^m et 10^m plus haut. Nous avons pris ces mesures à l'aide d'une montgolfière.

» A l'extrémité nord-est de la grotte, un deuxième grand puits vertical, de 5^m à 6^m de diamètre, descend 87^m plus bas, mais se trouve bouché par un talus de pierres à 753^m d'altitude.

» L'aven a donc une profondeur totale de 207^m et même de 214^m, depuis le bord le plus élevé de l'entonnoir superficiel; il est ainsi le plus creux



AVEN ARMAND

(près la Parade. Causse Méjean. Lozère)

E. A. MARTEL. A. VIRÉ. L. ARMAND

19-21 Sept. 1897. Profr 207 mèt

de France, concurremment avec celui de Rabanel (212^m, près Ganges, Hérault), exploré en 1889.

» Comme il ne portait aucun nom, nous lui avons donné celui de *Louis Armand*, qui l'a découvert avec nous et qui, depuis dix ans, est le dévoué et intelligent contremaître de toutes nos investigations souterraines.

» De même que beaucoup d'autres gouffres, l'aven Armand s'ouvre assez singulièrement, non pas au fond, mais sur le flanc et à peu près à mi-hauteur d'une vaste dépression du Causse; nous en concluons qu'il a servi d'exutoire à un ancien lac, comme les Katavothres actuels des lacs Phonia, Stymphale, Copaïs, etc., en Grèce. Sa forme ne laisse aucun doute sur son ancien rôle de puits absorbant.

» Excellent type d'abîme d'érosion et non pas d'effondrement, il contribue à prouver que les avens en général ont dû servir à l'épuisement de grands amas d'eau (lacs ou mers) dont l'âge reste à déterminer. (Voir MARTEL, *Comptes rendus*, 6 janvier 1896.)

» Si l'on avait trouvé des traces d'anciens glaciers sur les Causses, nous opinerions même sans hésiter que de tels avens pourraient être, dans une certaine mesure, l'œuvre et les témoins de leurs *moulins;* mais de telles traces n'ont pas encore été rencontrées sur ces plateaux, à cause de la nature altérable des roches calcaires, dont les surfaces sont constamment modifiées par les agents atmosphériques.

» Et nous n'indiquons cette hypothèse qu'à raison de l'existence constatée de moraines au nord des Causses, sur les granits de l'Aubrac (G. FABRE, *Comptes rendus*, 18 août 1873, p. 495), et du mont Lozère (CH. MARTINS, *Comptes rendus*, 9 novembre 1868, p. 933).

» La cheminée du premier puits nous a paru traverser les calcaires sublithographiques compactes en grandes dalles, assez fissurés, du rauracien. La grande grotte s'est excavée par le délayement progressif, sous quatre atmosphères et plus de pression d'eau chargée d'acide carbonique, des calcaires marneux très fissurés et bien moins compactes de l'oxfordien [épaisseur de 25^m à 45^m, selon M. Fabre (*Bulletin des services de la Carte géologique,* compte rendu des Collaborateurs pour 1895, t. VIII, n° 53, p. 78), ce qui correspond bien à la hauteur de 35^m à 40^m de la caverne]. L'assise callovienne, très peu épaisse en cette région et dissimulée sous les éboulis ou la stalagmite, a été crevée par l'eau au-dessus d'une grande diaclase de dolomies massives (épaisses de 50^m à 150^m, selon M. Fabre) du bathonien supérieur; cette diaclase est devenue le deuxième puits de 87^m, dont le

bouchon de pierres nous a sans doute empêchés d'atteindre le véritable fond.

» Plus bas, dans les calcaires sublithographiques du bathonien inférieur, *excessivement fissurés*, l'eau a dû trouver un très facile échappement par d'innombrables crevasses, qui lui évitaient la peine de forer des grottes. (Voir Martel et Gaupillat, *Comptes rendus*, 25 novembre 1889).

» L'aven Armand a donc été formé, *comme tous ses semblables*, par l'action érosive et corrosive de l'eau agrandissant les fissures préexistantes du sol.

» Sur le talus de débris de la grotte serpente un étroit lit de ruisseau creusé par les orages actuels, et qui dénonce dans quelle énorme proportion l'afflux des eaux extérieures a diminué depuis l'époque du creusement du gouffre.

» La fin de cette époque pourra sans doute être déterminée lorsqu'on fouillera à fond le talus de débris, pour étudier la superposition des ossements qui le remplissent et qu'aucun effondrement n'a encore recouverts. De nos jours, le suintement des voûtes de l'aven Armand reste très actif et les concrétions continuent à s'y développer.

» La température doit, au moins pour la partie supérieure, varier avec celle de l'air extérieur, puisque nous l'avons trouvée de 7° à 75^{m} de profondeur, $7^{\circ},5$ à 110^{m} et 8° à 120^{m} et 207^{m}, contre $5^{\circ},5$ à l'extérieur (21 septembre 1897).

» En terminant, nous ne craignons pas de dire que l'aven Armand est une véritable merveille, tant pittoresque que géologique. »

M. **L. Mirinny** adresse une Note relative à la résolution de l'équation générale du cinquième degré.

(Renvoi à l'examen de M. Darboux.)

M. **A. Beussier** adresse une Note relative à une machine dont il est l'inventeur.

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 OCTOBRE 1897.

Œuvres de Laguerre, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. CH. HERMITE, H. POINCARÉ et E. ROUCHÉ, Membres de l'Institut. Tome Ier : *Algèbre, Calcul intégral*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898 ; 1 vol. gr. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut. 25 octobre 1897. Paris, Masson et Cie, 1897 ; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897, n° 8. Août 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils ; 1 fasc. in-4°.

Album de Statistique graphique de 1895-1896. Paris, Imprimerie nationale, 1897 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Cours de Physique, à l'usage des candidats aux Écoles spéciales, par JAMES CHAPPUIS, Professeur de Physique générale à l'École centrale des Arts et Manufactures, et ALPHONSE BERGET, Docteur ès Sciences, attaché au laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898 ; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Observations géologiques faites aux environs de Louviers, Vernon et Pacy-sur-Eure, par M. G. DOLLFUS, Président de la Société géologique de France. Caen, Lanier, 1897 ; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Recherches sur la limite sud-ouest du calcaire grossier dans le bassin de Paris, par M. G.-F. DOLLFUS. Paris, 1897 ; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Fleuves aériens ; leur cours, leur utilisation par les aérostats, par LÉO DEX, ancien Élève de l'École Polytechnique, et MAURICE DIBOS, Ingénieur. Paris, Baudoin, 1897 ; 1 vol. in-8°.

Notice sur les travaux de Chimie de M. GEORGES LEMOINE. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897 ; 1 broch. in-4°.

Memorials of the William Cranch Bond, Director of the Harvard College Observatory (1840-1859) *and of his son George Phillips Bond, Director of the Harvard College Observatory* (1859-1865), by EDWARD S. HOLDEN, Director of the Lick Observatory. San Francisco, A. Murdock and Co ; 1 vol. in-8°.